罗兰贝格
聚焦

2019年一月

金属3D打印的新发展
超越粉末床——增材制造即将实现产业化

Roland Berger

VISIT…

扫码免费领取资料

房中术{www.nblax520.com}专注于男性增大增粗增长、阳痿、早泄、壮阳、延时、强肾、回春、健身。女性缩阴、丰胸、减肥、化妆、瑜伽、保养、产后修复、盆底肌锻炼。两性健康,夫妻按摩,房中术,性姿势,性技巧,性知识等

更多免费教程：英语学习，技能提升，PS 教学，投资赚钱，音乐教程，口才教学，情商提升，风水教学，心理学，摄影知识，幼儿学习，书法学习，记忆力提升等等.....

==========

全站课程下载

课程不断增加

本站现资源容量已超 10T

入群联系 QQ：167520299 或添加微信：1131084518（备注 学习）

扫码加微信lax988988领取资料

阳痿早泄训练
皇室洗髓功视频教学
女人驻颜术
泡妞约炮万元课程
足疗养 SPA 教材
玉蛋功
马氏回春功
房中术张丰川
哲龙全套视频
增大盼你增大
国际男优训练
亚当德永早泄训练
洗髓功真人内部
皇室养生绝学道家洗髓功
【铁牛人会员课】男人必备技能，理论讲解
实战高清视频
随意控制射精锻炼 视频+图片+文字
价值 1440 元第一性学名著<素女经房中养生
宝典视频>12 部
洗髓功修炼方法视频教学
陈见玉蛋功视频教学 女性缩阴锻炼
男性自然增大增长指南
强性健肾保健操 1-4
道家强肾系统锻炼功法
马氏回春功
12 堂课，全面掌握男性健康问题 让你重燃自信
联系微信：1131084518

1、东方性经
2、印度 17 式
3、口交技巧 3 部
4、港台性姿势 3 部
5、365 性姿势 6 部
6、泰国性爱密经 17 式
7、花花公子性技巧 6 部
8、阁楼艳星性技巧 7 部
9、古今鸳鸯秘谱全集 7 部
10、夫妻爱侣情趣瑜伽 2 部
11、古代宫廷性保健系列 14 部
12、汉唐宋元明清春宫图真人
13. 柔软性爱宝典 日本 9800 课
14. 李熙墨 3999 全套课
15. 妖精性爱课 2888
16. 李银河全套性课
17. 领统统性课
18. 德勇男性篇
19. 德勇男性篇
20. 缓慢性爱
21. 亚当多体位搭配篇
22. 亚当多体位结合篇
23. 德勇克服早泄讲座练习
24. 德勇以女性为中心得爱抚
25. 加藤鹰接吻爱抚舌技
26. 加藤鹰指技
27. 加藤鹰四十八手入门
28. 佐藤潮吹教学
29. 佐藤男人体能锻炼+保健品介绍
30. 佐藤男人早泄对抗训练
31. 阿拉伯延时训练

32. 田渊正浩秘籍
33. 异性性快感集中训练教学
34. 自我愉悦锻炼密宗
35. 铁牛全套延时训练课
36. Pc 机锻炼真人视频教学
37. 印度性经全集 8 部
38. 21 世纪性爱指南
39. 香蕉大叔男女训练馆全套
40. 中美真人性治疗教学+理论
41. 女性闺房秘术
42. 幸福玛利亚性课
43. 陈见如何释放性魅力征服
44. 性爱技巧讲座全套
45. 性爱秘籍全套
46. 性爱误区讲座
47. 性病讲解大全
48. 性博士讲座合集
49. 性健康和性高潮合集
50. 性教育讲座合集
51. 性能力课堂合集
52. 性生活问题解析合集
53. 意外怀孕和避孕处理课堂
54. 性感地带探索
55. 性技巧讲座
56. 性健康与性卫生讲座
57. 性生活专家答疑
58. 性心理与性道德合集
59. 性爱宝典合集
60. 性爱技巧合集
61. 完美性爱演示
62. 完美性爱技术讲解
更多精品等你来解锁哦.....

金属增材制造正在进入产业化阶段。当现有增材制造技术开始遭遇固有成本限制时，新型增材生产概念正在动摇市场。企业必须使自身处于最新发展的前沿，积极参与技术路线的创造与维护。因此，需要建立包含完整的增材制造解决方案的结构化方法。

新机遇带来复杂性

金属3D打印或增材制造市场正在发展，制造业企业需要对此做出相应的举措。过去，增材制造是一种制作原型昂贵的小众技术，而如今对于某些大规模生产应用而言，增材制造的价格正变得更为企业所接受。

这一突破不仅得益于激光粉末床熔化领域的发展，其是一种在金属应用领域已经较为成熟的技术；还得益于替代性增材技术的发展，例如直接能量沉积、粘合剂喷射、金属喷射与金属挤制等。这些更新的技术正在刺激市场，人们普遍认为这些技术有望降低增材制造的成本。随着这些技术的工业应用不再局限于燃气涡轮燃机、卫星电机与定制假肢等高精尖零件的生产制造，增材制造也越来越普及。能够受益于增材制造设计自由、小批量集约化生产等特点的领域也在不断扩大。

但这里就有一个问题。从项目经验中我们得知，许多企业都在努力挖掘增材制造的新潜力。但其中太多企业都在采取一种观望态度。一些相较活跃的企业通常也只关注激光粉末床熔化和电子束粉末床熔化，偶尔关注直接能量沉积。它们甚至忽略了需要三至五年，甚至更长的时间来精心设计整体生产技术战略的需求。

为何这么多企业踌躇不前？我们不难得出答案。是的，新技术固然带来了新机遇，但也使局面变得愈加复杂。新企业携最新技术进入市场，企业越来越难以保证掌握最先进的技术，也越来越难以将有时过热的营销宣传与新技术的真正能力区分开来。

那么，企业应该对此做些什么？我们认为，所有的企业都需要掌握市场动态，制定适当的战略。接下来，我将详细地研究激光粉末床熔化技术，了解其在零件性能、产量大小与成本等方面的表现，以及将来如何发展变化。然后，我们再转而研究替代技术，概述替代技术的作用和在相同领域的表现。最后，为了帮助踌躇不前的企业向前发展，我们提出了一个四步走流程的建议，供企业用来制定全面的路线图，作为其未来技术战略的基础。

激光粉末床熔化——零件成本不会下降到现价的十分之一

说到金属零件的增材制造，我们首先会想到激光粉末床熔化。激光粉末床熔化一直是金属零件增材制造的核心，在工业上广泛应用。金属零件的增材制造体系由德国率先开发，目前市场仍由三家德国公司主导：EOS, SLM Solutions和Concept Laser。自从Concept Laser 被通用电气收购以来，已经成为了GE Additive的一部分。

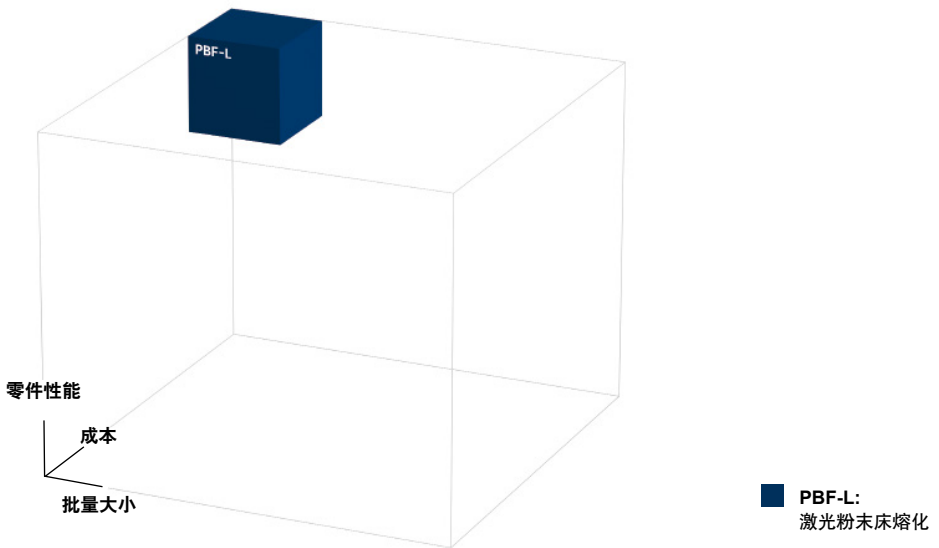
激光粉末床熔化在制造高性能的小批量形状复杂的工业生产中较为常见，典型的例子包括原型产品、用以航空航天和竞赛中的轻量化零件，或是种植牙等定制化产品等，这些都属于小众化的应用。激光粉末床熔化主要用于制造相对较小的零件，对于这些较小的零件，小型的成型包膜就已足够。批量大小则在很大程度上取决于具体的应用，通常从单一零件，如功能性原型或定制假体，到几百个零件的应用。由于设备技术较为复杂，激光粉末床熔化一直以来成本较高。

在罗兰贝格，我们用一个立方体来表示零件性能、批量大小与成本三个维度的复杂关系。图A表示的是激光粉末床熔化技术在该三维立方体中的位置。可以清楚地看到，立方体中还有很大的空间——这些空间可能被其他技术占据，我们将在下文中加以论述。→ A

与传统生产制造相比，激光粉末床熔化技术仍然非常昂贵。特别是在大批量应用中，其成本与其他技术存在显著差距。图B比较了特殊金属零件的成本，例如普通导

封面图片：FIT Additive Manufacturing Group

A: 激光粉末床熔化增材制造的三个维度
激光粉末床熔化性能较高，相对而言成本较高



资料来源：罗兰贝格

轨、制动钳、太阳齿轮、风扇叶轮与涡轮叶片等。举例而言，制造涡轮叶片时，使用激光粉末床熔化技术的成本比传统方法高出70倍。 → B

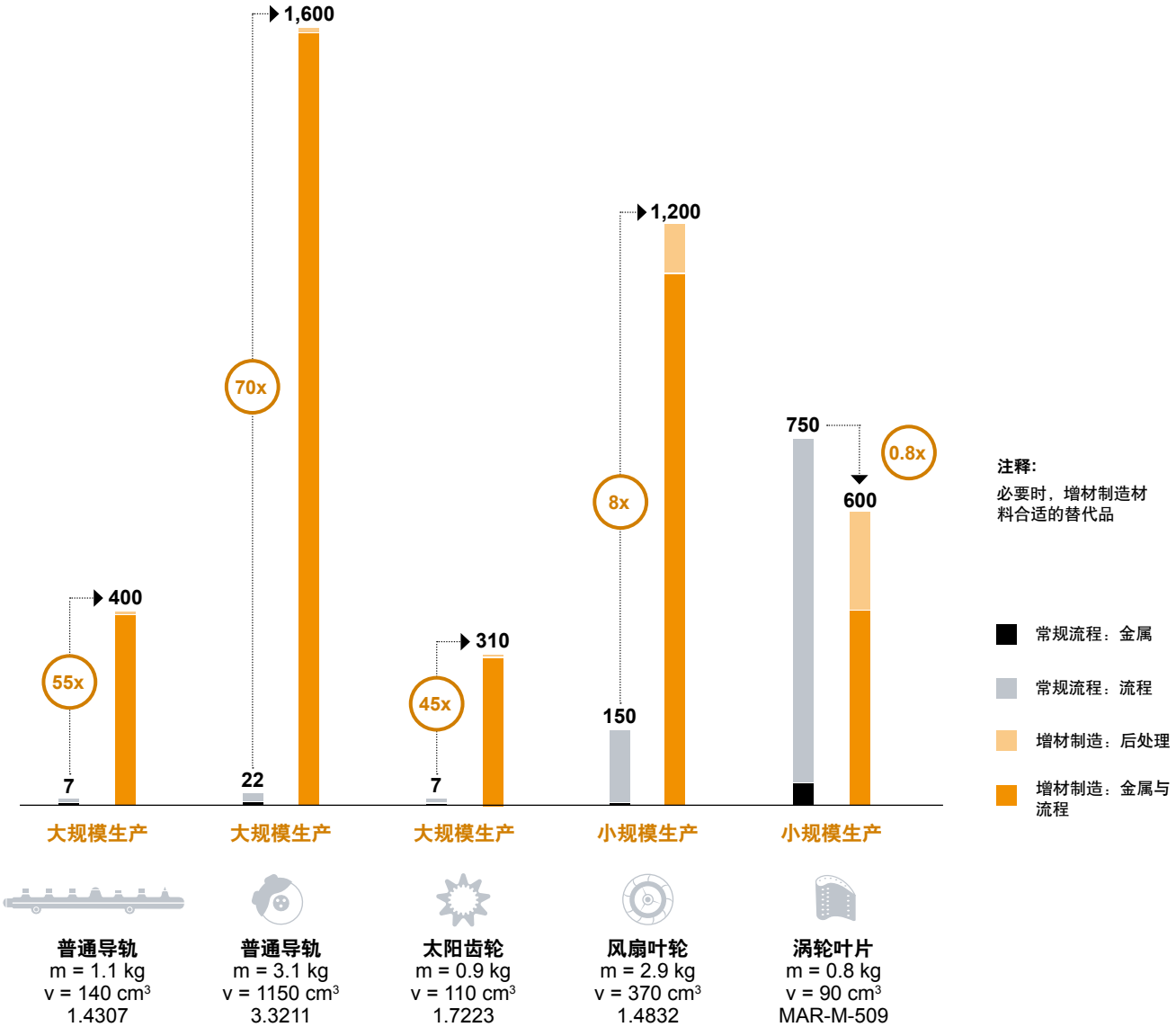
激光粉末床熔化技术的生产率与同时激活的激光数量密切相关。一家激光粉末床熔化设备制造商目前正准备推出一种新型激光粉末床熔化机器，其激光数量是目前设备的三倍，成本不超过现有机器的两倍。这将使生产金属零件的成本降低20%至30%左右。但要实现真正的商业突破则至少需要将成本大幅降低90%。只有这样，激光粉末床熔化才有能力与诸如高压压铸与熔模铸造等技术竞争，并实现大规模应用。

从技术的角度而言，激光粉末床熔化的成本有望实现大幅降低。例如，一个具有创新性的解决方案是，亚琛的Fraunhofer ILT公司正与行业伙伴合作开发多点阵列技术。然而，该系统仍处于研发阶段，小型结构零件的质量还有待评估。

毫无疑问，激光粉末床熔化的成本将会继续下降。但在接下来的三至五年中，现有订单的成本不会大幅下降。图C显示了激光粉末床熔化技术从2014至2020年间的成本变化轨迹，明确与熔模铸造加工等中等至大批量应用的传统制造相比，激光粉末床熔化的成本需要在多大程度上得以降低。短期内，零件成本预计不会出现突破性

B: 成本对比

传统制造技术与激光粉末床熔化成本对比，假设以下集合形状表示数值 (欧元，示意图)



资料来源：罗兰贝格

的下降。 → C

替代性增材制造技术

当然，除了激光粉末床熔化及其姐妹科技电子束粉磨床熔化技术之外，增材制造还有许多其他技术，如图D所示。新型机器概念正在发展，为金属零件增材制造提供更高的成本效率与更大的批量规模。其中一些技术，诸如直接能量沉积，已经可以在小众应用中投入生产。其他产品预计将在2019年或更晚一些投入商业生产，包括材料喷射、材料挤制与粘合剂喷射等。

目前，这些技术可以在激光粉末床熔化技术尚未覆盖的小众市场上进行补充。然而，从长远来看，这些技术可以扩大应用范围，部分取代激光粉末床熔化。→ D

将这些其他技术与激光粉末床熔化一起放在立方体中，我们发现了一些有趣的见解。每种新技术在零件性能、批量大小与成本方面都占据着自己的一席之地。企业可以以此为基础，选择最适合某个特定项目的应用技术。→ E

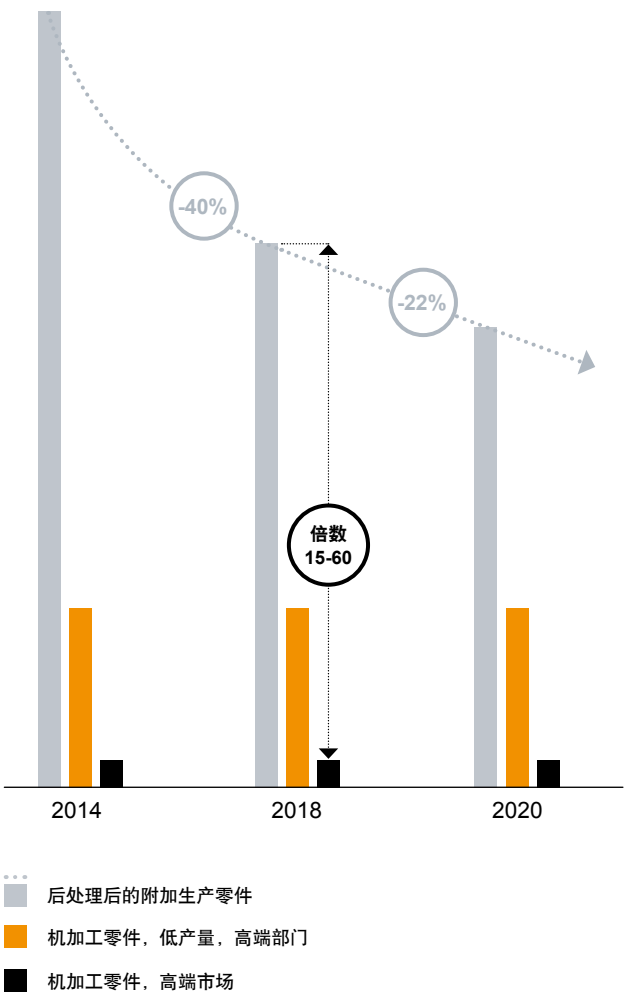
增材制造领域正在快速发展，未来每项技术如何在立方体中游移或扩大仍有待观察。

开发技术路线图

上述技术的发展对金属制造业的未来有着重大的影响。增材制造即将实现工业化。企业面临的问题是，哪些技术终将在立方体中占据主导地位？换言之，企业应该着力发展哪些技术？

作为高性能应用的核心技术，激光粉末床熔化是否会被新型有竞争力的技术部分或全部取代仍有待观察。的确，从成本的角度来看，新技术无需如此昂贵的设备，且技术复杂度较低，或许将凭借这种优势赶超激光粉末床熔化。新技术可能比激光粉末床熔化速度快100倍甚至更多，且生产零件的成本更低。但同时，竞争加剧也

C: 近期内，零件成本不会出现革命性的下降
激光粉末床熔化增材制造与传统制造的成本演变(示意图)



资料来源：罗兰贝格

D: 金属增材制造的现有技术与挑战技术

几种新型金属增材制造技术随粉末床熔化或直接金属沉积技术一同出现——简化概述(示意图)

	粉末床熔化		能量沉积
	激光粉末床熔化	**电子束粉末床熔化**	**激光直接能量沉积**
制造原理	粉末床的激光熔凝区热能	粉末床的电子束熔凝区热能	粉膜材料熔化过程中的熔融
增材制造成熟度	某些行业较为成熟	某些行业较为成熟	目前主要用于涂层，增材制造，仅限小众应用
关键材料	铝、钛、镍合金、钴铬、钢	钛、镍合金、钴铬	钛、镍合金、钢、钴、铝
力学性能			
所需后处理	热处理/热等静压、机械加工、表面处理	机械加工、表面处理	热处理、机械加工、表面处理
制造成本			
核心应用产业	航空航天、涡轮、医疗技术、牙科、汽车	航空航天、涡轮、医疗技术	航空航天、一般工业品相关业务
设备供应商(摘选)	Concept Laser, Trumpf, EOS, Renishaw, DMG MORI, SLM Solutions, Additive Industries	Arcam	DMG MORI, Mazak, BeAM, PM Innovations, Trumpf, Optomec
			现有技术

资料来源：企业信息、专家访谈、罗兰贝格

激光 / 等离子体 / 电子束	**金属喷射**	**材料压铸**	**粘合剂喷射**
沉积过程中熔化金属丝的熔铸	熔化金属液滴的沉积	通过喷嘴分配材料形成绿色部分	用粘合剂连接粉末形成绿色部分
目前主要用于涂层，增材制造仅限小众应用	生产能力显现	原型生产能力显现	小众应用较为成熟
钛、镍、钢、钴、铝、钨、锆合金、铜镍合金	铝、钢	铜、镍钴合金、钢、(其他，包括钛等仍在开发)	碳化钨、钨、钴铬、钢/铜、钢、铜镍合金、非金属模具
热处理、机械加工、表面处理	热处理/热等静压、机械加工、表面处理	热处理/热等静压、机械加工、表面处理	热处理/热等静压、机械加工、表面处理
航空航天、一般工业品相关业务	精密工程、汽车、原型	精密工程、汽车、原型	精密工程、汽车、原型、医疗技术、艺术与设计
Sciaky, OR Laser, Trumpf, Norsk Titanium	Vader Systems, XJet	Desktop Metal, Markforged, BASF	ExOne, Digital Metal, Desktop Metal

挑战技术

所需程度较低

所需程度较高

低 — 高

概念证明 — 全速生产

“为了在广泛的用例中使成本相较传统制造更有竞争力，增材制造的成本至少要降低90%。到目前为止，增材制造技术的现有组合中，我们尚没有看到这种结构性成本降低的迹象，但下一个巨大变革正在酝酿之中。”

Bernhard Langefeld

可能刺激现有激光粉末床熔化机器制造商进行创新，从而对现有技术进行优化，帮助其保持目前的主导地位。

我们认为，最有可能的情况是，并非单一技术占据主导，而是一系列技术共存，不同的技术满足不同的客户需求。随着增材制造整体格局迅速变化并开辟出新的机遇，制造业企业需要评估其对业务产生的影响。为了帮助企业开发技术路线图，作为其反映增材制造技术多样性战略的一部分，我们建议企业采用以下论述的四步走方法。

第一步

筛选完整的解决方案。

第一步是对现有可用或接近成熟的技术进行筛选。重要的是，详细了解各项技术的功能，判断其是否与自己的特定业务相关。上述图D中的信息有助于这一操作。

第二步

评估用例。

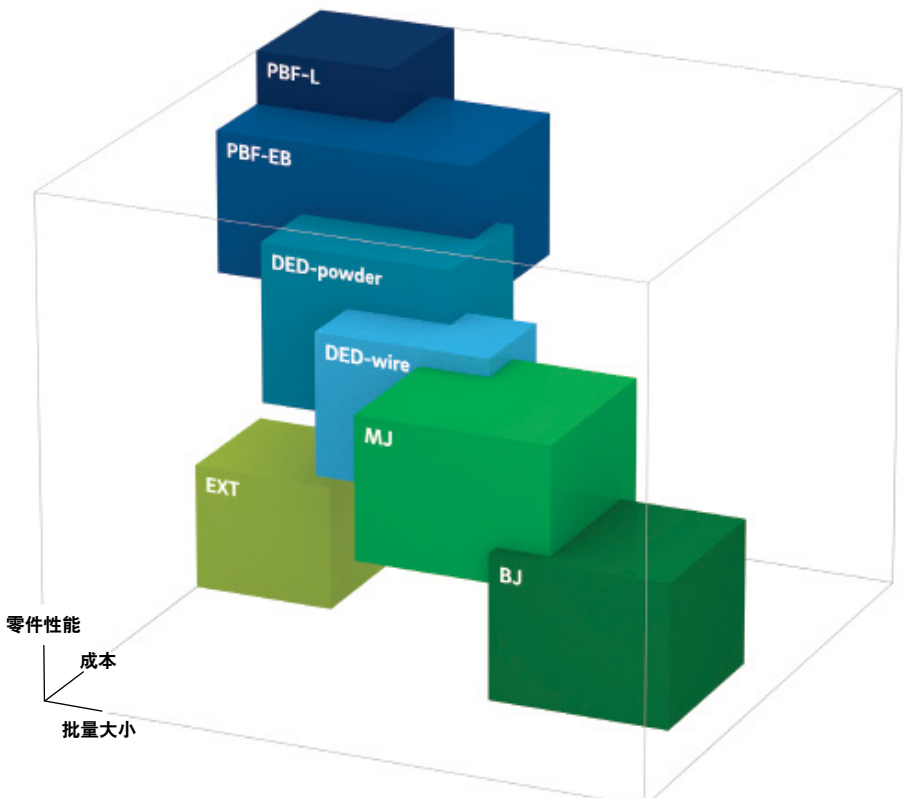
一旦企业掌握了技术领域，就应系统地审视产品组合，发掘在整个价值链上增材制造的潜在用例。根据这些用例对零件性能、批量大小与成本的要求，在立方体中绘制这些用例(参见图F左边的立方体)。确保既考虑到特殊零件的生产，同时也考虑到其从原型到售后的工程应用。软件算法可以某种标准扫描零件和装配图纸，以协助识别适合增材制造的零件，但企业仍须考虑到增材制造对业务的战略影响。

第三步

用例分组并创建技术路线图。

第三步是将第二步中的用例在立方体中分组(参见图F右方的立方体)。值得注意的是，一些用例可能在立方体中

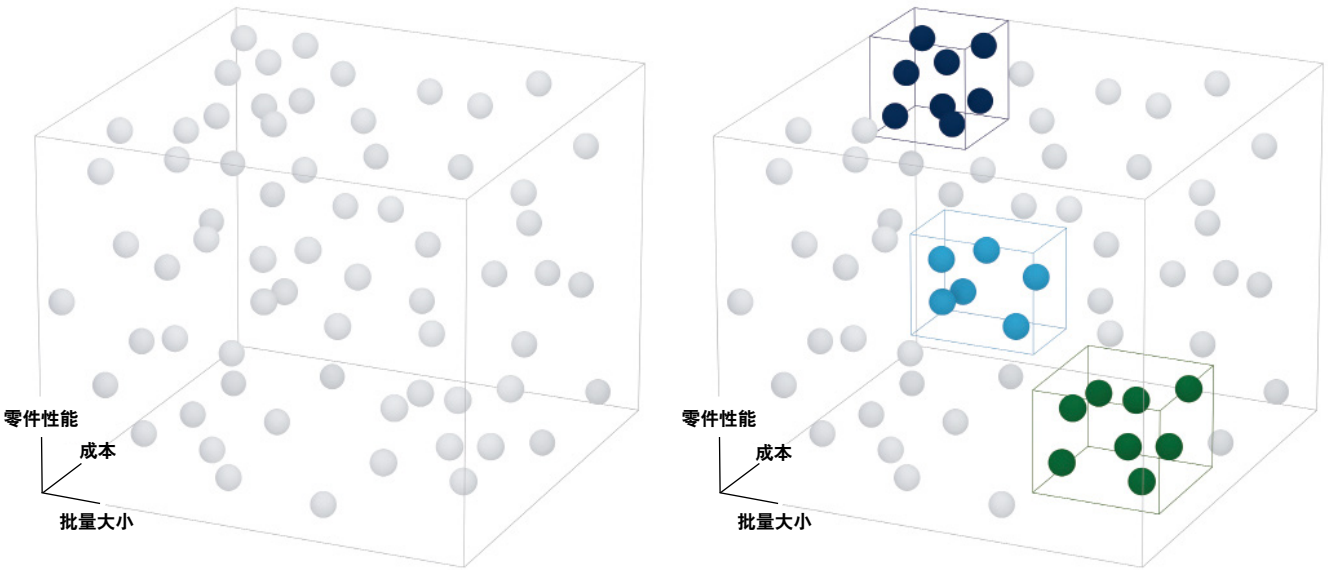
E: 主要增材制造技术的现状
立方体中的金属增材制造技术(示意图)



- **PBF-L:** 激光粉末床熔化
- **PBF-EB:** 电子束粉末床熔化
- **DED-powder:** 激光直接能量沉积粉末
- **DED-wire:** 激光直接能力沉积金属丝
- **MJ:** 金属喷射
- **BJ:** 粘合剂喷射
- **EXT:** 材料压铸

资料来源：罗兰贝格

F: 部分组合的评价与归类
第二步与第三步 (示范图与示例图)



资料来源：罗兰贝格

零件组合：潜在增材制造用例

第一组：要求高性能、小批量、可以接受高成本(例如激：光粉末床熔化)

第二组：要求中等至高性能、小到中等批量、中等成本(例如：激光直接能量沉积)

第三组：要求低性能、大批量、低成本(例如：粘合剂喷射)

三维插图：Padraic Rapp

还是空白，但技术的发展或转移与新技术的出现可能会填补这些空白。企业应根据其对产品与组织的潜在影响来评估每个分组，然后根据每个分组来制定技术路线图，以明确在什么时间点以及何种条件下，对每个分组进行增材制造的投资。 → F

第四步

定期更新机制。

最后，建立一个定期的筛选流程，作为更新技术路线图的基础。这就使得整个四步走方法成为一个循环的过程，有助于企业掌握技术发展的最高水平，并考虑其更广泛的意义。

随着增材制造即将实现产业化，企业需要了解现有增材制造技术的优点，以及该项技术能在哪些领域满足企业的需求。同时，它们必须密切关注新兴的、替代性的技术，以防这些技术可能与其特定业务更为息息相关。最后，通过上述四步走流程开发技术路线图，有助于企业制定未来的技术战略。

欢迎您的问题、评论与建议

作者

许季刚
高级合伙人
+86 21 5298 6677-828
alex.xu@rolandberger.com

DR.-ING. BERNHARD LANGEFELD
合伙人
+49 160 744-6143
bernhard.langefeld@rolandberger.com

全亮
执行总监
+86 21 5298 6677-204
liang.quan@rolandberger.com

出版方

罗兰贝格
德国慕尼黑**Sederanger 1**
80538
+49 89 9230-0

更多信息：
www.rolandberger.com

声明
本报告仅为一般性建议参考。 读者不应在缺乏具体专业建议的情况下，擅自根据报告中的任何信息采取任何行动。 罗兰贝格管理咨询公司将不对任何因采用报告信息而导致的损失负责。

© 2019罗兰贝格管理咨询公司版权所有

考研资料：数学、英语、政治、管综、西综、法硕等（整合各大机构）
英语类：四六级万词班专四专八雅思等
财经类：初级会计、中级会计、注册会计、高级会计、税务师、会计实操、证券从业、基金从业、资产评估、初级审
公务员：国考、省考、事业单位、军队文职、三支一扶微信 2270291360
银行：银行招聘、笔试、面试
教师资格：小学、中学、教师招聘面试
建筑：一建、二建、消防、造价
法考：主观题、客观题
多平台网课：涵盖职场、办公技能、编程、文案写作、情感心理、穿搭技巧、理财投资健身减肥摄影技术等优质内容
精选资料：Excel 教程、PPT 模板、简历模板、PS 教程、PPT 教程、素描、烹饪、小语种、CAD 教程、PR 教程、UI 课程、自媒体、写作、计算机二级、钢琴、Python、书法、吉他、kindle 电子书、演讲.....持续更新中...
押题：提供考前冲刺押题（初级会计、中级会计、注册会计、一建、二建、教资、四六级、证券、基金、期货等等），麻麻再也不用担心我考不过了。
资料领取微信：1131084518
行业报告：20000 份+持续更新

英语四六级备考资料	计算机二级备考资料	150 所高校考研专业课资料
两小时搞定毛概马原思修近代史纲	高数(微积分)+线性代数+概率论	素描 0 基础入门教程
教师资格证全套备考资料	普通话考试资料礼包	书法教程微信 2270291360
大学生英语竞赛备考资料	大学生数学竞赛备考资料	1000 份各行业营销策划方案合集
挑战杯/创青春/互联网+竞赛资料	电子设计竞赛必备资料	街舞 0 基础入门教程
托福雅思备考资料	大学物理学科攻略合集	动漫自学教程
SCI 最全写作攻略	TEM4/TEM8 专四专八备考资料	教师资格证面试试讲万能模板
360 份精美简历模板	数学建模 0 基础从入门到精通	100 套快闪 PPT 模板
Vlog 制作最全攻略	超强 PR 模板	42 套卡通风 PPT 模板
PS 零基础教程微信 1131084518	PS 高级技能教程	63 套酷炫科技 PPT 模板
好用到极致的 PPT 素材	128 套中国风 PPT 模板	32 套 MBE 风格 PPT 模板
327 套水彩风 PPT 模板	295 套手绘风 PPT 模板	54 套毕业答辩专属 PPT
196 套日系和风 PPT 模板	82 套文艺清新 PPT 模板	57 套思维导图 PPT 模板
163 套学术答辩 PPT 模板	53 套北欧风 PPT 模板	34 套温暖治愈系 PPT 模板
118 套国潮风 PPT 模板	30 套仙系古风 PPT	126 套黑板风 PPT 模板
114 套星空风格 PPT 模板	192 套欧美商务风 PPT 模板	42 套绚丽暈染风 PPT
50 套精美 INS 风 PPT 模板	56 套水墨风 PPT 模板	137 套清爽夏日风 PPT 模板
98 套森系 PPT 模板	25 套简约通用 PPT 模板	记忆力训练教程
300 套教学说课 PPT 模板	123 套医学护理 PPT 模板	AE 动态模板微信 2270291360
毕业论文资料礼包	教师资格证重点笔记+易错题集	表情包制作教程
吉他自学教程（送 6000 谱）	钢琴自学教程（送 1000 谱）	区块链从入门到精通资料
2000 部 TED 演讲视频合集	Excel 从入门到精通自学教程	单片机教程
230 套可视化 Excel 模板	1000 款 PR 预设+音效	1000 份实习报告模板
手绘自学教程微信 1131084518	单反从入门到精通教程	人力资源管理师备考资料
英语口语自学攻略	粤语 0 基础从入门到精通教程	证券从业资格证备考资料
日语自学教程	韩语自学教程	PHP 从入门到精通教程
法语学习资料	西班牙语学习资料	炒股+投资理财从入门到精通教程
全国翻译专业资格考试备考资料	BEC 初级+中级+高级全套备考资料	大数据学习资料
SPSS 自学必备教程	Origin 自学必备教程	会计实操资料
LaTeX 全套教程+模板	EndNote 教程+模板	小提琴 0 基础入门自学教程
GRE 超全备考资料	200 份医学习题合集	司考备考资料

思维导图教程＋素材	20000 份行业研究报告	一级造价工程师备考资料

上万 GB 教学资料（均全套,非杂乱）免费领取微信 1131084518

《闪电式百万富翁》实战版+升级版

易经+道德经+易学名师全集+风水学+算命学+起名+++等等（全套 1000 多 GB）

心理学+NLP 教练技术+精神分析+亲子家庭教育+催眠+++等等（更新超 2000GB）

大学-已更新至 9333 个课程+高中+初中+小学-全套资料（超过 2 万 GB）

陈安之	曾仕强	马云	杜云生	翟鸿燊	刘一秒	俞凌雄
王健林	余世维	雷军	周文强	安东尼罗宾	董明珠	李嘉诚
徐鹤宁	冯晓强	李践	刘克亚	罗伯特清崎	戴志强	李伟贤
苏引华	史玉柱	李强	俞敏洪	杰亚伯拉罕	周鸿祎	唐骏
梁凯恩	陈永亮	傅佩荣	贾长松	易发久	李彦宏	湖畔大学
李开复	聂枭	悟空道场	魏星	姬剑晶	其他名师全集	其他资料下载
王兴	王智华	智多星	陈文强	周导		微信 2270291360
泡妞	撩汉	泡仔	房中术	性福课	驻容术	泡妞撩汉性福合集

注：太多了，无法全部一一列出。。。

全套专题系列【微信 1131084518】

记忆力训练	形象礼仪	健康养生	企业管理	沟通技巧
演讲与口才	经理修炼	MBA 讲座	时间管理	战略经营
企业文化	销售心理	管理素质	国学讲座	执行力
团队管理	领导艺术	员工激励	潜能激发	谈判技巧
绩效管理	薪酬管理	43 份直销制度	电话销售	人力管理
客户服务	创业指南	市场营销	餐饮管理	保险讲座
品牌营销	酒店管理	汽车 4S 店	众筹资料	销售技巧

兴趣爱好：	钓鱼教程	魔术教学	炒股教学	美术教学	书法教学
音乐乐器：	萨克斯教学	电子琴教学	小提琴	古筝教学	钢琴教学
	吉他教学				
体育运动：	篮球教学	足球教学	羽毛球教学	兵乓球教学	太极拳教学
	围棋教学	高尔夫球			
生活实用：	插花教学	茶艺-茶道	唱歌教学	单反相机摄影	毛线编织
	小吃+美食				
语言学习：	英语				
电脑 IT：	办公 office	PS 美工教学			

暗号：666

免费领取资料微信

1131084518

微信1131084518

撩汉liaohan.net

最好资源zuihaoziyuan.com

如果群里报告过期

请加微信联系我索取最新

1、每日微信群内分享7+最新重磅报告;

2、每日分享当日华尔街日报、金融时报

3、如果看到群里报告过期了，请扫码联系

4、行研报告均为公开版，权利归原作者所有，仅分发做内部学习

扫一扫二维码后台回复 加群

加入“研究报告”微信报告群。